

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-207917

(43)Date of publication of application : 11.09.1991

(51)Int.Cl.

F23R 3/30  
F02C 9/28  
F23C 11/00  
F23R 3/34

(21)Application number : 02-000517

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 08.01.1990

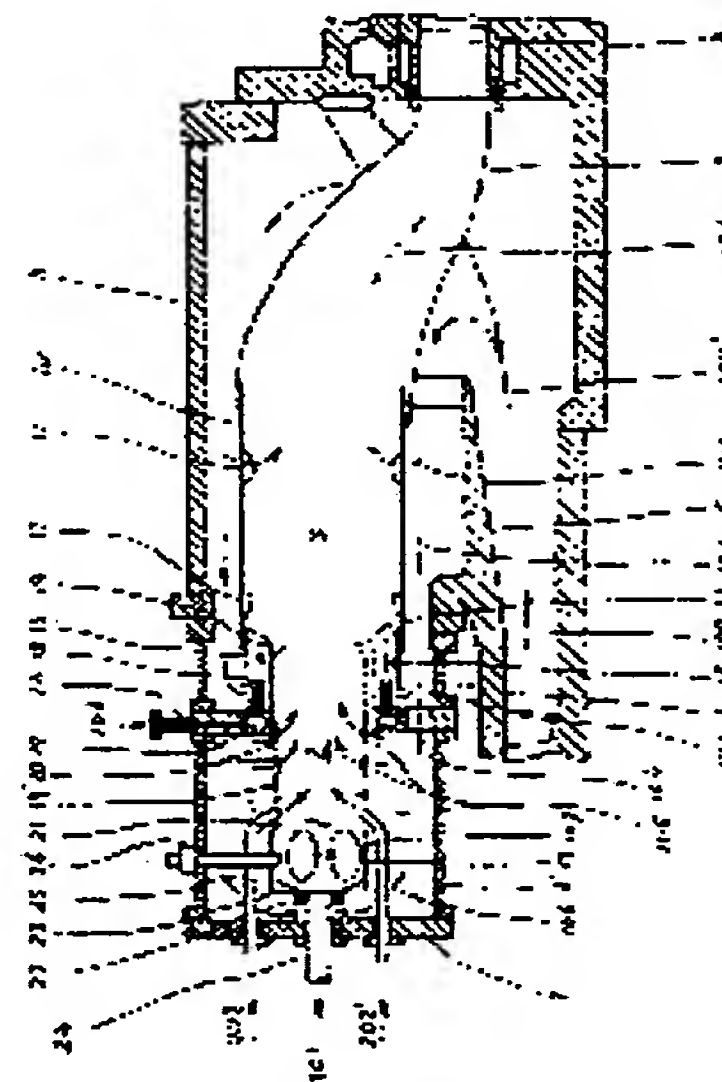
(72)Inventor : ISHIBASHI YOJI  
KATO FUMIO  
INOUE HIROSHI  
OMORI TAKASHI  
AKATSU SHIGEYUKI  
YOKOTA OSAMU  
KURODA MICHIO  
IZUKA NOBUYUKI

## (54) GAS TURBINE COMBUSTION DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To restrain a sharp increase in NOX at change-over of combustion state by a method wherein a fuel nozzle is arranged at the center of a first stage combustion chamber, an air rotating device is concentrically arranged around the periphery, and fuel is supplied at a position in the first stage combustion chamber which is downstream an air back-flow region formed in the first stage combustion chamber.

**CONSTITUTION:** First stage fuel 201 is supplied into a combustion chamber through a first stage flame stabilizing nozzle 24, and ignited at an air back-flow region which is formed in a first combustion drum by flame stabilizing air 106 supplied from a rotating device 2, so that a stable flame is formed. To achieve a complete combustion and a low NOS generation, excess air is fed from first stage combustion air nozzles 20 and a clearance between an auxiliary fuel nozzle 25 and the combustion drum wall. The first stage fuel 201 is rapidly decreased and second stage fuel 203 is increased fast so that a diffusion combustion takes place in the first stage combustion drum and pre-mix combustion in the second combustion drum. The fuel 201 is decreased and the corresponding amount of fuel is supplied from the auxiliary fuel nozzle 25. And finally, the fuel 201 is stopped and pre-mix combustion is carried out in both first and second combustion drums. Thereby, a low NOX combustion can be achieved.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**BEST AVAILABLE COPY**

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-207917

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)9月11日

F 23 R 3/30

F 02 C 9/28

F 23 C 11/00

3 2 3

C

7616-3G

7910-3G

7815-3K※

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全7頁)

⑮ 発明の名称 ガスタービン燃焼器

⑯ 特 願 平2-517

⑰ 出 願 平2(1990)1月8日

⑱ 発 明 者 石 橋 洋 二 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

⑱ 発 明 者 加 藤 文 雄 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

⑱ 発 明 者 井 上 洋 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

⑱ 発 明 者 大 森 隆 司 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑳ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外2名

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

ガスタービン燃焼器

2. 特許請求の範囲

1. 燃焼器の上流側に一段目燃焼用の燃料と空気を供給して燃焼する一段目燃焼室と、その下流側に二段目燃焼用の燃料と空気を予め混合し、可燃混合気を供給して燃焼させる二段目燃焼室から構成されるガスタービン燃焼器において、

前記一段目燃焼室の頭部に燃料ノズルを中心部に、その外周部に空気旋回器を同心状に配置し、また、前記空気旋回器で前記一段目燃焼室内に形成される空気の逆流域よりも下流側に位置する前記一段目燃焼室内へ燃料を供給するための燃料供給手段を設けたことを特徴とするガスタービン燃焼器。

2. 特許請求の範囲第1項に記載のガスタービン燃焼器において、前記一段目燃焼室の頭部の前記燃料ノズルに供給されていた燃料を前記一段目燃焼室の下流側に配置された前記燃料ノズル

へ移すことにより、前記一段目燃焼室内の火炎を吹消えの状態にし、前記一段目燃焼室内で形成された予混合気を前記二段目燃焼室で燃焼させる事を特徴とするガスタービン燃焼器。

3. 特許請求の範囲第1項に記載のガスタービン燃焼器において、

一段目燃焼室及び二段目燃焼室に供給される燃料と空気の比率を理論混合比よりも燃料が薄い状態で供給するガスタービン燃焼器。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は産業用ガスタービンに係り、特に、燃焼排出ガス中のNO<sub>x</sub>濃度が低い全予混合燃焼型の燃焼器に関する。

(従来の技術)

従来の低NO<sub>x</sub>ガスタービン燃焼器の主流は、燃焼器の流れ方向に燃焼域をそれぞれ一段目、二段目と二分した、いわゆる、二段燃焼方式である。ここでは、空気過剰燃焼による低温燃焼化によりNO<sub>x</sub>の発生を抑制するものである。一段目の燃

焼は低 $\text{NO}_x$ 化の面では不利であるが、火炎の安定性の高い拡散燃焼が用いられ、二段目は低 $\text{NO}_x$ 効果の高い予混合燃焼が用いられる。代表的な例として、米国特許第4,292,801号には第2図に示す低 $\text{NO}_x$ 燃焼器が開示されている。本燃焼器では、燃焼器の上流側に配置された複数の第一段バーナ（燃料と空気をそれぞれ別々に燃焼室内へ供給する拡散バーナ）と燃焼室の内部に突出して設けられた第二段バーナ（同じく拡散バーナ）を有し、燃焼室はほぼ中間で経を縮小した喉部によつて上流側の一段目燃焼と下流側の二段目燃焼に分けられる。燃料は最初、第一段バーナに供給され、点火栓で点火され、第一段バーナの燃焼によりガスタービンは起動、昇速される。その後、第二段バーナへ燃料が供給され、二段目燃焼室で燃焼する。この状態では、一段目、二段目とも拡散燃焼である。その後、第一段バーナの燃料を減少させつつ、この燃料を第二段バーナに移し、最終的には第一段バーナの燃料を全て第二段バーナから供給することにより、第一段バーナを消炎さ

る。

本発明の目的は上記の問題点を解決し、ガスタービンに好適な低 $\text{NO}_x$ 燃焼器を提供することにある。

本発明の他の目的は一層の低 $\text{NO}_x$ 化を可能とする全予混合燃焼型の低 $\text{NO}_x$ 燃焼器の提供にある。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するために、本発明は燃焼器の上流側に拡散燃焼である一段目燃焼室、下流側に予混合燃焼である燃料と空気の予混合器を備えた二段目燃焼室を配置し、更に、一段目燃焼室の上流端には一段目燃焼室内に拡散燃焼火炎を保持するための空気旋回器を有する一段目保炎バーナを設け、一段目燃焼室の中間部には一段目補助燃料ノズルを設け、一段目保炎バーナと一段目補助燃料ノズルへの燃料供給を切換えることにより、一段目燃焼室内での火炎の保持と吹消しを行うようにしたものである。

〔作用〕

せる。しかるのち、第一段バーナへ燃料を再投入することにより、一段目燃焼室は単なる燃料と空気の予混合室として作用させ、二段目燃焼室で予混合燃焼を実現し、 $\text{NO}_x$ の発生を抑制するものである。

〔発明が解決しようとする課題〕

上記従来型低 $\text{NO}_x$ 燃焼器では、予混合燃焼への移行時には、全量ないしはほとんど全量に近い燃料を第二段バーナへ投入することになるので、第二段バーナが過負荷となり、これに対応するために燃焼の安定性を高めること、燃焼室の高湿化対策が必要である。更に、本低 $\text{NO}_x$ 燃焼器では第一段バーナが予混合燃焼化された状態でも、第二段バーナは $\text{NO}_x$ の発生が高い拡散燃焼であり、十分な低 $\text{NO}_x$ 化が達成されない問題がある。しからば、第二段バーナを予混合バーナとする場合には、前述のように、第一段バーナを予混合燃焼へ移行させる時に第二段バーナが過負荷となりやすく、一層燃焼は不安定となり、場合によっては火炎が第二段バーナの内部へ逆火する問題も生じ

一段目燃焼室の上流端に設けられた空気旋回器より供給される旋回空気流は一段目燃焼室の上流側に逆流領域を形成する。一段目保炎ノズルから供給された燃料の一部は、この逆流領域に引き込まれ、火炎はこの領域に保持されて安定燃焼する。この時、逆流領域の下流側において、一段目補助ノズルから燃料が供給されると、この燃料は上流の火炎の加熱作用によつて燃焼が引き起こされ、一段目燃焼室内で燃焼する。これらの火炎は、燃焼室内で燃料と空気が混合しながら燃焼するので拡散燃焼である。かかる状態において、一段目保炎ノズルの燃料を絞っていくと、ある保炎の限界流量において火炎は吹消えを発生し、燃料は燃焼室内に流入する空気と混合しながら下流へ流れる。この時、二段目燃焼室において、予混合燃焼火炎が形成されていると、前記一段目燃焼室で形成された予混合気は、二段目燃焼室において着火され、一段目及び二段目から供給される燃料は、燃焼前に空気と混合して燃焼する予混合燃焼が達成される。即ち、一段目保炎ノズルからの燃料で燃焼す

る一段目燃焼室の上流側火炎は、一段目燃焼室全体の火炎の保持作用を持ち、この火炎の有無によつて一段目燃焼室が燃焼室として機能したり、予混合室として機能したりさせることが可能である。更に、補足すれば、一段目燃焼室の逆流域よりも下流側に供給される燃料は、その供給される流水場がある程度以上の高流速条件であれば、火炎はその場には保炎できず、その上流側に燃焼火炎などの強い加熱作用を受ける時のみ、燃焼の持続が可能であり、この保炎の性質を利用して燃焼パターンの切換を行う。

以上説明したように、一段目保炎ノズルの燃料と一段目補助ノズルの燃料を切換えることにより、二段目燃焼段には何んら影響を与えることなく、拡散-予混合二段燃焼から全予混合燃焼へ切換えることが可能である。

#### 〔実施例〕

以下、本発明の実施例を図を引用して説明する。第2図は本発明の一実施例を示したものである。ガスタービン燃焼器は圧縮機吐出ケーシング4と

ノズル24と空気旋回器23が設けられている。また、一段燃焼筒の上流側19には点火栓26が取付けてある。一段燃焼筒のほぼ中間部には一段目補助燃料を供給するため開口部21が燃焼筒壁に明けられており、この開口部21のほぼ中間部に一段目補助燃料ノズル25が複数取付けられている。開口部21の下流側が一段目燃焼筒19'に対応し、一段目燃焼筒19'の壁には一段目燃焼空気供給孔20が設けられている。一段目燃焼筒19'の下流端は二段目燃焼用の予混合器13の内周壁に収納され、予混合器のほぼ出口部に対応して開口しており、その開口部は絞り板27により開口面積が絞られている。

二段目燃焼用の予混合器13は軸方向に一定の間隔を持つ内周流路14と外周流路15で区画された流路内の上流側に二段目燃料を供給する二段目燃料ノズル18が二段燃料供給フランジ16に燃料ヘッド17を介して複数本取付けられている。

二段目燃焼筒10は予混合器13の外周流路15の外周壁に接して下流側に延び、尾筒9の内

タービンケーシング5及び燃焼器外筒6、6'と燃焼器カバー7に収納された一段目燃焼筒18と二段目燃焼筒10及び燃料供給装置より構成され、二段目燃焼筒10の下流端は尾筒9を経てタービン8につながる。圧縮機からの吐出空気100は燃焼室内1、2、3内に導かれ、燃料系統201、202及び203より供給される燃焼を燃焼させて高温燃焼ガスを発生させ、これを二段目燃焼筒10の下流側にあけられた希釈空気11から流入する希釈空気101により所定の燃焼ガス温度とし、高温作動ガス108としてタービンへ供給される。

燃焼器は円筒形であり、上流側に径を絞つた一段目燃焼筒18、18'と一段目燃焼筒の下流端部に予混合器13を介して二段目燃焼筒10が接続されている。一段目燃焼筒は保炎燃焼域1と一段目補助燃料が供給される一段目二次燃焼域2に対応する19、19'に分けられ、その頭部端は燃焼空気供給のための開口を有する燃焼筒キャップ22が取付けられ、その中心部には一段目保炎

周壁につながっている。また、二段目燃焼筒10の上流側には、予混合器13の出口部のすぐ下流に対応する位置に下流方向に径を縮小して延長し、その端部で径が急拡大する保炎器12が取付けられており、この保炎器12により二段目の予混合火炎が保炎され、その下流域に予混合燃焼域3を形成する。二段目燃焼筒10の下流側には燃焼ガス温度を所定のタービン入口温度まで希釈する空気を供給するための希釈空気孔11が設けられている。なお、第2図には図示されていないが、それぞれの燃焼筒壁には壁温度を許容温度以下に冷却するための冷却空気孔が設けられている。

燃料の供給は第2図に示すように、一段燃焼筒には一段目保炎ノズル24に一段目燃料201が、一段目補助燃料ノズル25には一段目補助燃料202が供給され、また、二段目燃焼筒10には燃料フランジ203により燃料ヘッド17に取り付けられた二段目燃料ノズル18から二段目の予混合燃焼用の二段目燃料203が供給される。

ガスタービンの起動から定格負荷に至る燃料の



供給方法の基本例を第3図、第4図に示す。以下に本燃焼器の作動ならびに火炎の形成状態を説明する。まず、第3図に示した燃料供給例について示すと、時間①においてガスタービンは着火、起動される。これは一段目燃料201を一段目保炎ノズル24より燃焼室内へ供給し、旋回器23を通つて流入する保炎空気106によつて一段目燃焼筒の頭部に形成される逆流域において点火栓26で点火し、この領域に安定燃焼する火炎を形成することによつて達成される。なお、この領域に流入する空気量は、ガスタービン停止時に再点火する必要があるから、保炎に必要な最小空気量として、完全燃焼に必要であり、かつ、低 $\text{NO}_x$ 化のための過剰空気は一段目燃焼筒の下流側に設けられた一段目燃焼空気孔20及び補助燃料ノズル25と燃焼筒壁の間の空間より供給される。この状態で一段目燃料の供給量を増していき、所定のガスタービン運転条件に達した時間②において、一段目燃料201を急速に減らしながら二段目燃料203を急速に投入することにより、一段目燃料

筒内に拡散燃焼火炎、二段目燃焼筒内に予混合燃焼火炎が形成される。いわゆる、二段燃焼が達成される。この時の火炎の形成状態を第5図に示す。二段燃焼への燃焼切換えが完了した後、時間③において、一段目燃料201を減じながら、この減じた分と同量を一段目補助ノズル25から一段目補助燃料202として供給していき、最終的には一段目燃料201を閉止し、全量を一段目補助燃料202から供給する。この操作の過程において、保炎燃焼域1内に火炎が維持している間は、第5図のように、二段燃焼が接続しているが、一段目燃料が保炎に必要な限界流量以下になると保炎燃焼域1の火炎が吹消えとともに、一段目燃焼筒内の火炎は下流は流れていき、引き続いて、一段目燃焼筒内で形成された燃料と空気の混合気が一段目燃焼筒の出口27から二段目燃焼筒10内に流れ、ここで二段目予混合火炎に保炎して連続的に燃焼する。この時、燃焼器においては、一段目、二段目とも予混合燃焼となる。この燃焼状態を第6図に示す。この燃焼で、それぞれの燃焼域の燃

料と空気の流量比の関係を理論燃空比以下、即ち、理論空気量よりも空気が過多の条件で燃焼させることにより、火炎温度は予混合燃焼であるので、温度むらがなく一様に低温化されるので、従来技術では達成できなかった大幅な低 $\text{NO}_x$ 燃焼が実現される。なお、時間④が定格状態である。

第4図に示した燃料供給方法は第3図の燃料供給方法の一つの変形例である。ここでは、ガスタービン昇速途中⑤において、一段目燃料201を急速に減らしながら一段目補助燃料202を急速に投入し、一段目燃焼室は二ヶ所からの燃料供給で燃焼させるものである。この後の操作は第3図と基本的に同じであり、時間⑥において二段燃焼への切換、時間⑦において一段目燃料を全て一段目補助燃料へ移すことにより、全予混合燃焼が達成される。第4図の例においては、一段目燃焼室へ燃料が分散して供給されるので、時間⑤～時間⑦で示す。いわゆる、部分負荷運転時の $\text{NO}_x$ で低く抑えることができる。

〔発明の効果〕

本発明によれば、拡散-予混合二段燃焼の条件から、二段目の燃焼条件を何んら変化させることなく、一段目のみの燃料供給位置を変えることで全予混合の状態へ移行させることができるので、ガスタービンの円滑な運転ができる効果があり、 $\text{NO}_x$ が燃焼状態の切換え時に急増することを抑制する効果がある。

また、全予混合燃焼状態では、燃焼室内には保炎等のための拡散燃焼する燃料が全くないので、大幅な低 $\text{NO}_x$ が実現される効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例の低 $\text{NO}_x$ 燃焼器の断面図、第2図は従来型低 $\text{NO}_x$ 燃焼器の一例を示した全体系統図、第3図、第4図は本発明の燃料供給方法を示す説明図、第5図、第6図は燃料の供給方法により形成される火炎の様子のモデル的説明図である。

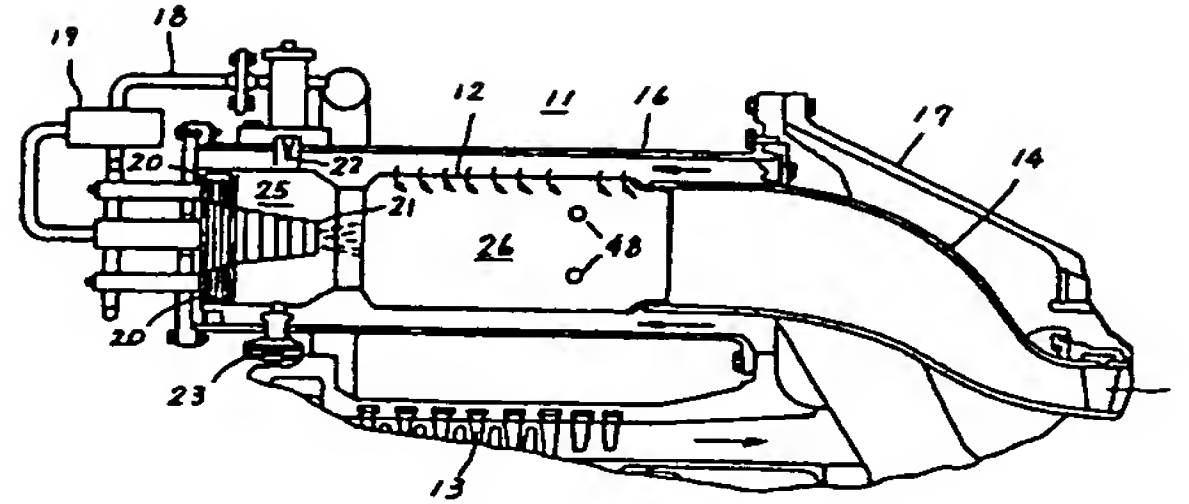
10…二段目燃焼筒、13…予混合室、18…二段目燃料ノズル、19…一段目燃焼筒、24…一段目保炎ノズル、25…一段目補助ノズル、201

…一段目燃料、202…一段目補助燃料、203  
…二段目燃料。

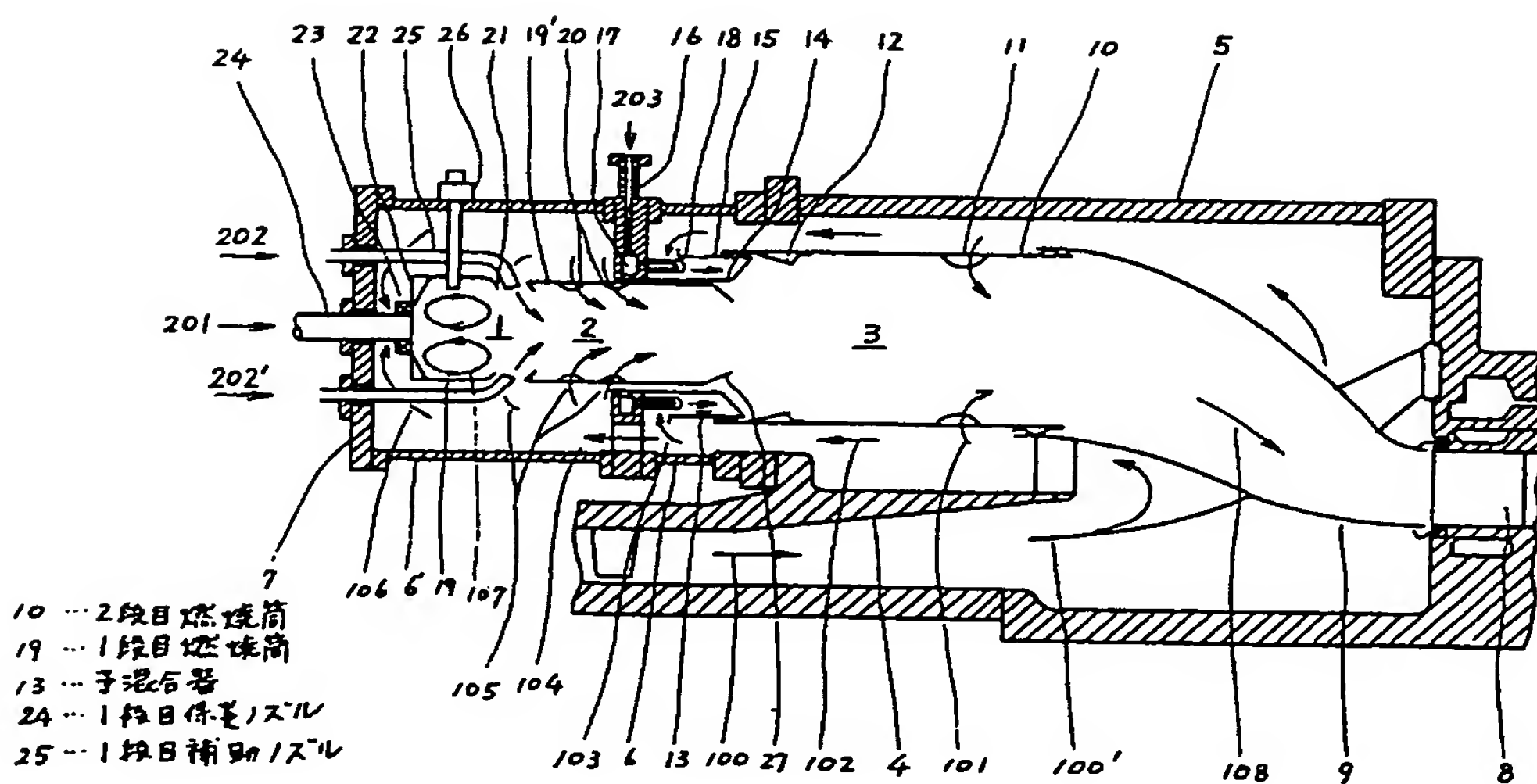
代理人 弁理士 小川勝男

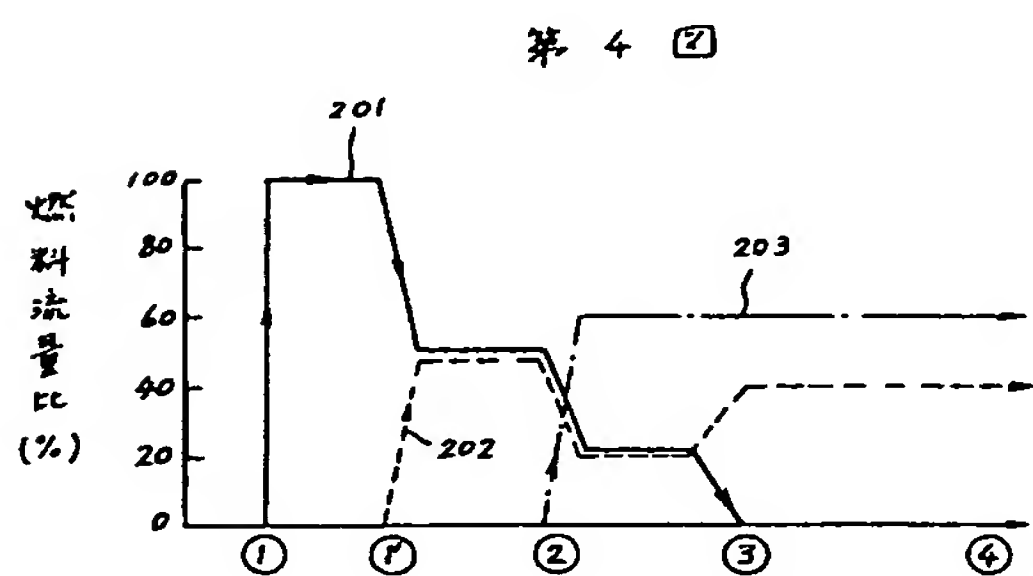
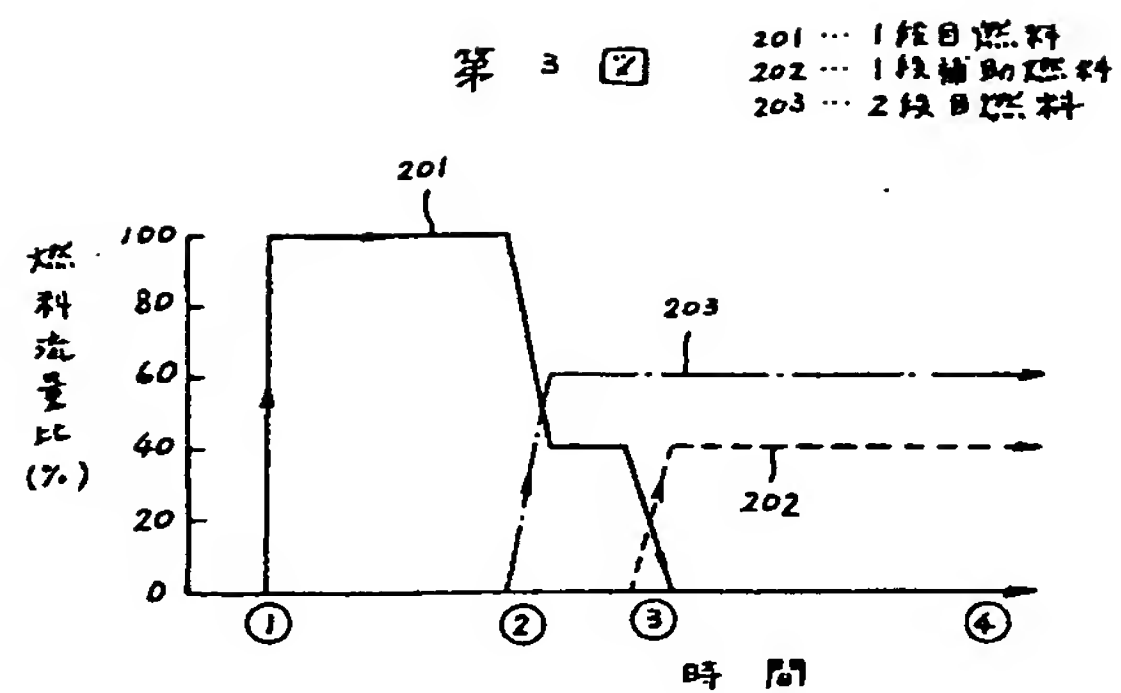


第2図

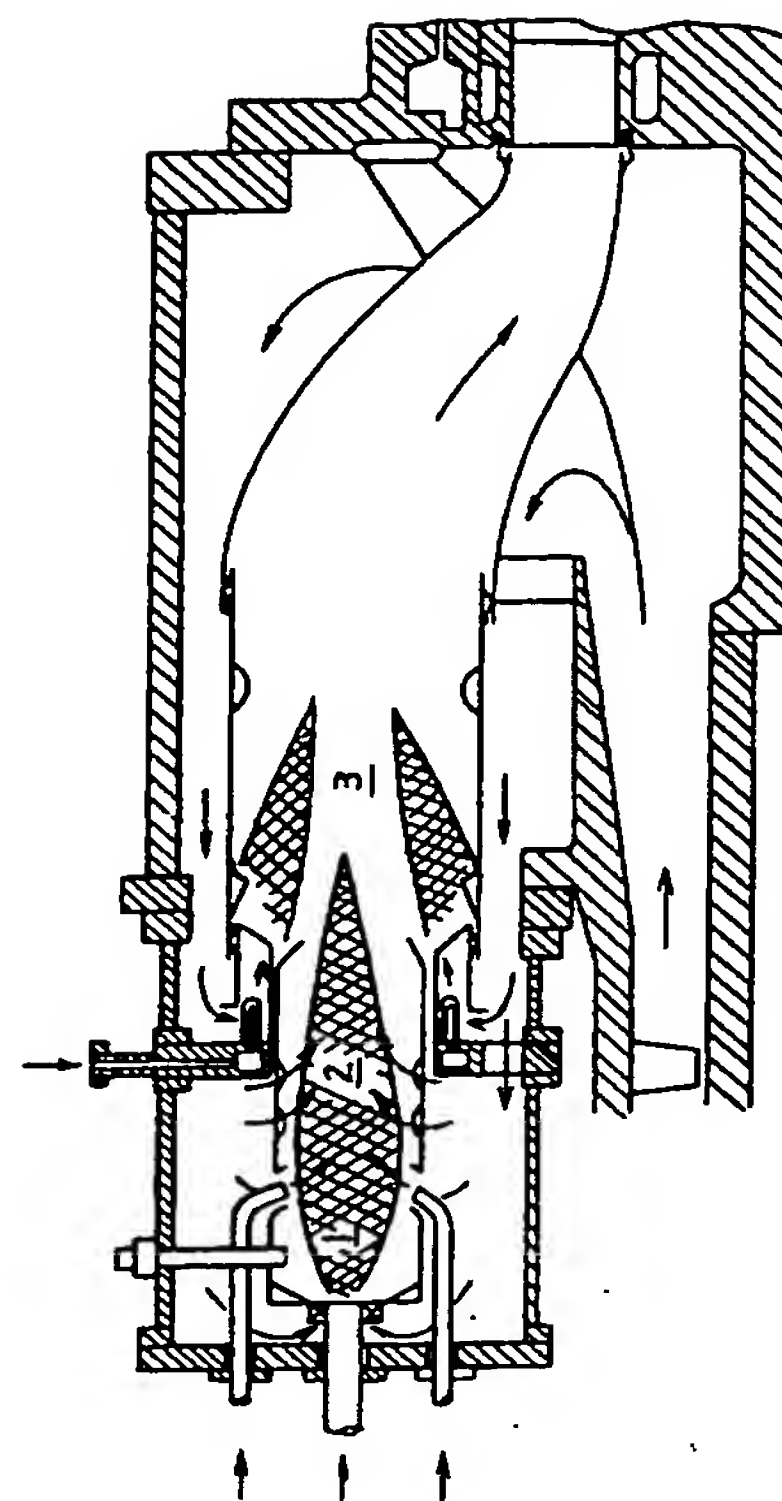


第1図

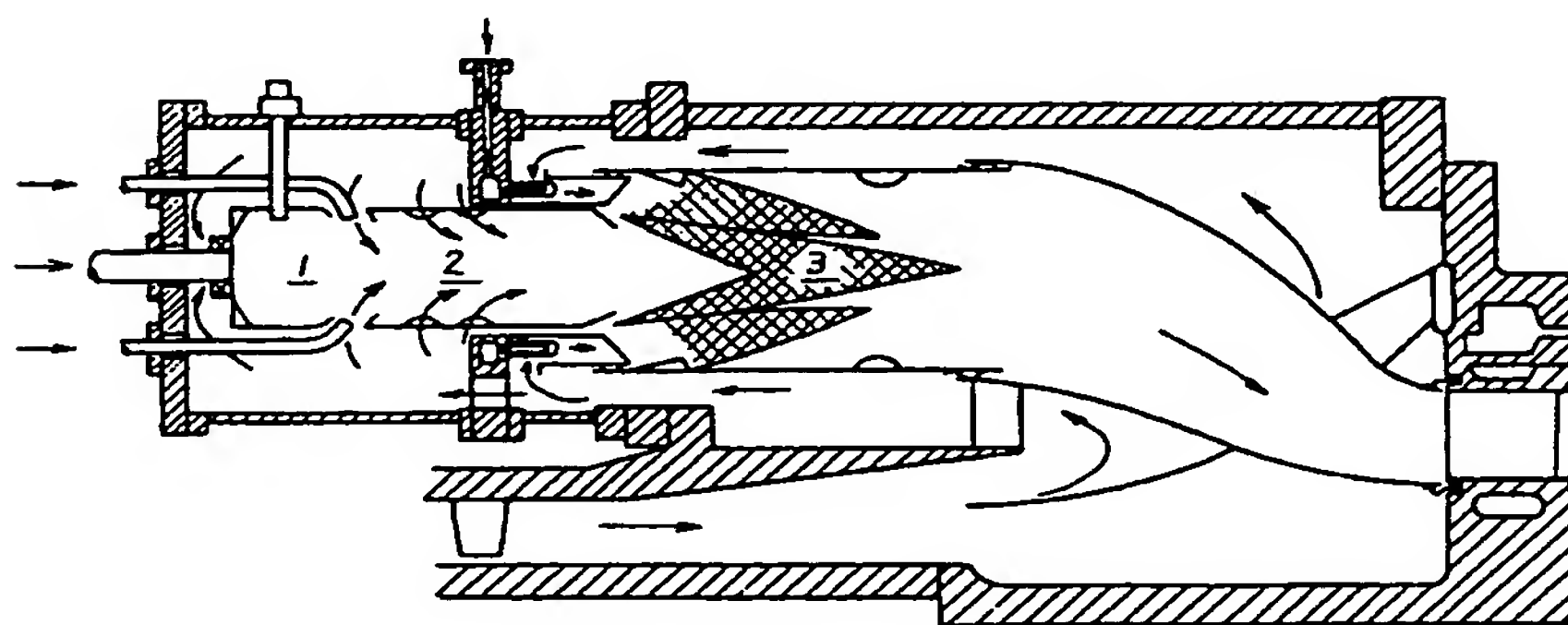




第 5 圖



第 6 圖





第1頁の続き

⑤Int. Cl.<sup>5</sup>

F 23 R 3/34

識別記号

庁内整理番号

7616-3G

⑫発明者	赤津	茂行	茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研 究所内
⑫発明者	横田	修	茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研 究所内
⑫発明者	黒田	倫夫	茨城県日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日 立工場内
⑫発明者	飯塚	信之	茨城県日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日 立工場内